



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 199 57 132 C 1**

⑳ Aktenzeichen: 199 57 132.5-34  
㉑ Anmeldetag: 26. 11. 1999  
㉒ Offenlegungstag: -  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 6. 2001

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 H 9/04**  
H 02 H 7/12  
H 02 M 5/42  
H 02 M 1/12  
H 02 M 7/48  
// H01H 33/66

**DE 199 57 132 C 1**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② **Erfinder:**  
Schierling, Hubert, Dr.-Ing., 91052 Erlangen, DE;  
Heining, Dieter, Dipl.-Ing., 97616 Bad Neustadt, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**

DE 198 53 693 A1  
DE 198 32 557 A1  
US 42 71 446  
EP 04 73 192 B2  
WO 98 01 937

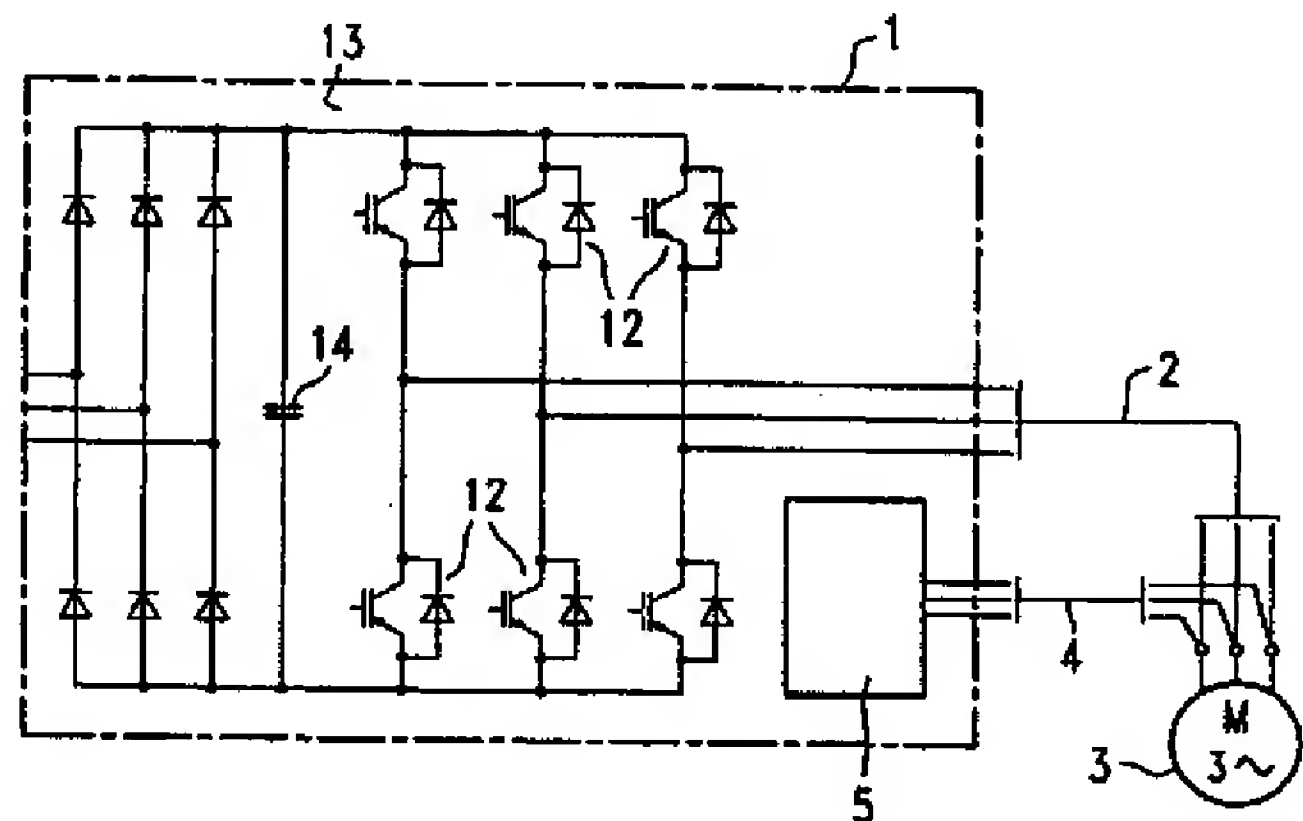
Klotz, F.: Vermeidung von Überspannungen am  
Ende

langer Motorleitungen. In: Elektr. Berlin 49  
(1995), H.1/2, S.53-57;

Deisenroth, H., Trabert, Ch.: Vermeidung von Über-  
spannungen bei Pulsumrichterantrieben. In: ETZ,  
Bd.114 (1993), H.17, S.1060-1066;

⑤④ **Schutzvorrichtung gegen die durch Schaltvorgänge einer Energieversorgung verursachten Überspannungen  
an Klemmen eines elektrischen Betriebsmittels**

⑤⑦ **Schutzvorrichtung gegen die durch Schaltvorgänge  
verursachten Überspannung an Klemmen (1) eines elek-  
trischen Betriebsmittels (3), das über mindestens ein Lei-  
stungskabel (2) an eine Energieversorgung anschließbar  
ist, wobei mindestens ein zusätzliches nicht zur Lei-  
stungsübertragung vorgesehenes Kabel (4) mit einer vor-  
gebbaren Eigenimpedanz vorhanden ist, das mit seinem  
einen Ende an der Klemme des elektrischen Betriebsmit-  
tels elektrisch kontaktiert ist und das andere Ende des Ka-  
bels (4) mit einer vorgebbaren Abschlußimpedanz abge-  
schlossen ist.**



**DE 199 57 132 C 1**

Die Erfindung betrifft eine Schutzvorrichtung gegen die durch Schaltvorgänge einer Energieversorgung verursachten Überspannungen an Klemmen eines elektrischen Betriebsmittels, das über mindestens ein Leistungskabel an die Energieversorgung anschließbar ist.

Durch hohe Steilheiten beim Schalten moderner Leistungshalbleiter in Stromrichtergeräten (z. B. Umrichter) oder Vakuumschaltern treten neben EMV-Problemen vor allem hohe  $du/dt$  Belastungen vor allem an der Isolation der angeschlossenen elektrischen Betriebsmittel. Lange Zuleitungen bewirken außerdem Spannungsüberhöhungen an den elektrischen Betriebsmitteln, wodurch sich die Lebensdauer je nach Isoliersystem reduziert und das elektrische Betriebsmittel zu Frühausfällen neigt. Außerdem wird der Umrichter zusätzlich zum Laststrom noch mit der Eigenfrequenz des Ladestroms der Leitung belastet.

Aus der Veröffentlichung "Vermeidung von Überspannungen am Ende langer Motorleitungen", von F. Klotz, abgedruckt in der Zeitschrift "Elektrie", Band 49 (1995), Heft 1/2, Seiten 53 bis 57, ist ein Lösungsansatz, nämlich der Abschluß der Leitung mit definierter Impedanz, bekannt. Reflexionen an Übergangsstellen können dadurch vermieden werden, wenn die Leitung mit einer Abschlußimpedanz versehen wird, die dem Wellenwiderstand der Leitung entspricht. Diese Forderung kann in guter Näherung von einem RC-Glied erfüllt werden. Mit einer RC-Abschlußimpedanz des Leistungskabels an den Klemmen des elektrischen Betriebsmittels lassen sich reflexionsbedingte Überspannungen zwischen Anschlußleitung und elektrischer Maschine auf einfache und kostengünstige Weise reduzieren. Je nach Dimensionierung der Zeitkonstante und bei Berücksichtigung der zusätzlichen Verluste kann die Amplitude der Überspannung auf 10% ... 40% gesenkt werden. Nachteilig dabei sind die an der Schaltung entstehenden Verluste und die Problematik von Mehrfachreflexionen an nicht angepaßten Stromrichterausgangsfiltren. Aufgrund der in der Beschaltung umgesetzten Leistung sind die Leitungslängen begrenzt. Eine Dimensionierung muß unter Berücksichtigung der im konkreten Anwendungsfall gegebenenfalls Parametern erfolgen. Darüber hinaus stört der Platzbedarf der Schaltung in der Nähe der Arbeitsmaschine.

Aus der Zeitschrift "etz", Band 114 (1993), Heft 17, Seiten 1060 bis 1066, ist ein Steuerverfahren – das Ladepulsverfahren – für Pulsumrichter mit IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) bekannt, das die beim Betrieb eines Motors an einer ungeschützten Motorzuleitung entstehenden Pulsüberspannungen am Motor durch Änderungen der IGBT-Ansteuerung vermeidet. Beim Ladepulsverfahren werden die Amplituden der Einzelpulse am Motor auf etwa Zwischenkreisspannung begrenzt. Das Ladepulsverfahren unterscheidet sich vom herkömmlichen Verfahren dadurch, daß ein Vor- und Nachsteuerpuls mit definiertem Puls-Pausen-Verhältnis vorgesehen ist. Mittels des Vorsteuerpulses wird die Kabel- und Motorkapazität auf Zwischenkreisspannung des Pulsumrichters aufgeladen. Dadurch kann der Hauptpuls bei seinem Eintreffen am Motor keine Schwingung ausbilden. Die Leitung zwischen Umrichterausgang und Motoreingang verhält sich so als wäre sie mit dem Wellenwiderstand abgeschlossen. Das Abschalten des Hauptpulses löst ebenfalls eine Schwingung aus, da der Strom über die Freilaufdioden der IGBT das Kabel kurzschließt. Diese unterdrückt man, indem man das System durch einen Nachsteuerpuls Energie entzieht. Außerdem verringern sich die Werte der Ausgangsinduktivitäten des Pulsumrichters wesentlich. Mit dem Ladepulsverfahren können sowohl die Spannungsamplitude als auch der Spannungsanstieg der

Leistungspulse auf ungefährliche Werte zurückgeführt werden. Der Nachteil dieses Ladepulsverfahrens besteht darin, daß die Schalthäufigkeit der IGBTs auf den dreifachen Wert ansteigt, wodurch sich damit die Schaltverluste der IGBTs wesentlich erhöhen.

Aus der WO 98/01937 sind Kabelverbindungen zwischen Umrichter und Motor bekannt, die parallel oder in Serie geschaltet sind und verschiedene Wellenwiderstände aufweisen. Nachteilig dabei ist, daß jedes Kabel zur Leistungsübertragung ausgelegt sein muß.

Der Gegenstand der DE 198 32 557 A1 bezieht sich auf eine Ausgangsbeschaltung für einen Pulsumrichter mit einem Übertrager, der ein definiertes Übersetzungsverhältnis aufweist. Diese Ausgangsbeschaltung weist eine angezapfte Drossel auf und zwei Freilaufdioden. Die Anzapfung der Drossel bildet den Ausgang des Pulsumrichters. Das Ende der Drossel wird durch die beiden Freilaufdioden zwischen dem Potential des Pluspols und des Minuspols der Zwischenkreisspannung des Umrichters gehalten. Diese Ausgangsbeschaltung für Pulsumrichter dient zur Reduzierung der Stromspitzen am Umrichterausgang und der Spannungsspitzen an den Motorklemmen, insbesondere bei einem Betrieb mit langen Verbindungsleitungen zur angeschlossenen Drehstrommaschine.

Aus der EP 0 473 192 B2 ist eine Schaltungsanordnung zur Reduzierung von schwingkreisbedingten Spannungen bekannt. Diese Schaltungsanordnung besteht aus einer mehrpulsigen Diodenbrücke und mehreren Drosseln. Jede Drossel verbindet einen Eingang dieser Schaltungsanordnung mit einem Eingang des Diodenbrückenastes und einem Ausgang dieser Schaltungsanordnung. In jedem Brückenast ist jeder Diode ein Begrenzungswiderstand zugeordnet. Jede Brückenseite der mit Widerständen versehenen Diodenbrücke bildet einen Gleichstrom-Anschluß der Schaltungsanordnung. Bei einer weiteren Ausführungsform dieser Schaltungsanordnung sind diese vielen Begrenzungswiderstände durch zwei Widerstände ersetzt, die jeweils einen Gleichstrom-Anschluß mit einem gemeinsamen Anschluß einer Brückenseite verbinden. Außerdem kann auch noch ein Kondensator vorgesehen sein, der elektrisch parallel zum Ausgang der Diodenbrücke geschaltet ist. Diese Schaltungsanordnung ist derart zwischen einem Frequenzumrichter und den Motorzuleitungen eines Motors geschaltet, daß die Phasenausgänge mit den Eingängen der Schaltungsanordnung, die Gleichstrom-Ausgänge der Schaltungsanordnung mit dem Zwischenkreis des Frequenzumrichters und die Motorzuleitungen mit den Ausgängen der Schaltungsanordnung verknüpft sind. Der Nachteil dieser Schaltungsanordnung besteht darin, daß die Dioden mit der Ausgangsspannung der Schaltung, die trotz der Begrenzung noch deutlich über der Zwischenkreisspannung liegen kann, belastet werden. Mit dieser Schaltungsanordnung kann nicht die Spannungsanstiegsgeschwindigkeit reduziert werden und kann bei langen Motorzuleitungen verwendet werden.

Aus der älteren Patentanmeldung 198 53 693 ist eine Einrichtung zur Verhinderung von Überspannungen auf den Ausgangsleitungen eines selbstgeführten Umrichters bekannt. Diese Einrichtung basiert auf einer verlustbehafteten Dioden-Klemmschaltung und eines spannungsbegrenzenden Schaltungsteils zur Bildung einer Vergleichsklemmspannung. Im Gegensatz zu bekannten Klemmanordnungen ist kein Anschluß an die Zwischenkreisspannung des Umrichters notwendig. Die Einrichtung kann in Umrichter- oder Lastnähe verwendet werden, die die Entstehung von Überspannungen durch Verhinderung von Mehrfachreflexionen auf der Verbindungsleitung zwischen Umrichter und Last erreicht.

Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, in

einfacher Art und Weise Schaltüberspannungen an elektrischen Betriebsmitteln zu reduzieren um die Isolation des elektrischen Betriebsmittels zu schützen und Frühausfällen vorzubeugen.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt dadurch, daß mindestens ein zusätzliches nicht zur Leistungsübertragung vorgesehenes Kabel mit einer vorgebbaren Eigenimpedanz vorhanden ist, das mit seinem einen Ende an der Klemme des elektrischen Betriebsmittels elektrisch kontaktiert ist und das andere Ende des Kabels mit einer vorgebbaren Abschlußimpedanz abgeschlossen ist.

Durch die erfindungsgemäße Schutzvorrichtung werden auf Grund des einfachen und wirkungsvollen Aufbaus der Schutzvorrichtung insbesondere Material- und Montagekosten im Gegensatz zu herkömmlichen Schutzvorrichtungen eingespart. Es sind somit keine aufwendigen Steuerungen, oder Drosseln z. B. an einem Umrichterausgang notwendig, um Überspannungen an den Klemmen des elektrischen Betriebsmittels zu reduzieren. Außerdem ergibt sich dadurch eine raumoptimierte Projektierung derartiger Anlagen. Nach Abschluß eines Spannungspulses fließt der Ladestrom der Kabelanordnung als Kreisstrom über Leistungskabel und zusätzliches Kabel. Die Höhe des Stromes ergibt sich aus dem Quotienten aus Sprunghöhe und Wellenwiderstand (z. B. 5 A bei einer Zwischenkreisspannung von 500 V und einem Wellenwiderstand von 100  $\Omega$ ). Aufgrund der Spannungsabfälle unter anderem im zusätzlichen Kabel klingt der Strom schnell ab (nach ca. 20  $\mu$ sec.). Dieser Strom ist unter anderem maßgeblich für die Dimensionierung des zusätzlichen Kabels. Die ebenfalls entstehende zusätzliche Belastung der Energieversorgung z. B. der Hauptventile eines Umrichters ist nur bei Umrichtern kleiner Leistung zu beachten.

Das erfindungsgemäße zusätzliche Kabel dient der Vermeidung bzw. Unterdrückung von Spannungsspitzen an den Klemmen nahezu beliebiger elektrischer Betriebsmittel wie z. B. Motoren, Transformatoren, Kondensatoren insbesondere bei Schaltvorgängen. Dabei wird vorzugsweise die Isolation des geschalteten elektrischen Betriebsmittels geschützt. Damit verlängert sich die Lebensdauer des Betriebsmittels und Frühausfälle werden vermieden.

Die Spannungsspitzen werden beispielsweise verursacht durch an ein elektrisches Betriebsmittel angeschlossenen Umrichter oder elektromechanische Schaltelemente, wie z. B. Vakuumschalter. Derartige Schalter verursachen auch bei Transformatoren Überspannungen. Als Stromrichtergerät werden insbesondere Strom- oder Spannungszwischenkreisumrichter eingesetzt. Die Vermeidung derartiger Spannungsspitzen funktioniert auch bei einem Drei-Punkt-Wechselrichter.

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Abschlußimpedanz als Spannungs-Begrenzungsfilter oder passives Filter ausgelegt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Abschlußimpedanz am Zwischenkreis des Umrichters angeschlossen. Dabei wird zur Begrenzung der Spannung an den Klemmen des elektrischen Betriebsmittels der Zwischenkreis des Umrichters selbst genutzt. Diese Spannung wird dabei am Ende der Zusatzleitung mit Hilfe von Dioden gleichgerichtet, und diese gleichgerichtete Spannung auf den Zwischenkreiskondensator gegeben.

Insbesondere für eine nachträgliche Montage des zusätzlichen Kabels eignet sich eine räumlich getrennt Verlegung von Leistungskabel und zusätzlichem Kabel.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der resultierenden Wellenwiderstand des Leistungskabels dem resultierenden Wellenwiderstand des zusätzlichen Kabels ähnlich. Damit reduziert sich an der

Klemme des elektrischen Betriebsmittels die Reflexion einer einlaufenden Wanderwelle, so daß die Isolation des jeweiligen Betriebsmittels nur gering beansprucht wird.

In einer weiteren Ausführungsform sind Leistungs- und zusätzliches Kabel innerhalb einer gemeinsamen Isolierung angeordnet. Damit wird der Montageaufwand erheblich reduziert. Durch Verlegen eines Kabels ist somit gleichzeitig Leistungskabel und zusätzliches Kabel, das zur Reduzierung der Überspannung beiträgt, verlegt.

Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gemäß den Merkmalen der Unteransprüche werden im folgenden anhand schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele in der Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 Zweipunktwechselrichter mit Motor und passivem Filter an zusätzlichem Kabel,

Fig. 2 Zweipunktwechselrichter mit Motor und Spannungsbegrenzung an zusätzlichem Kabel,

Fig. 3 Ausführung mit Dreipunktwechselrichter,

Fig. 4 Ausführung mit Matrixumrichter,

Fig. 5 und 6 Ausführungsformen passiver Filter,

Fig. 7, 8 und 9 Filterschaltungen.

Fig. 1 zeigt einen Umrichter 1, einen Zweipunktwechselrichter, der über ein Leistungskabel 2 einen Motor 3 elektrisch versorgt. Der Motor 3 kann sowohl ein Asynchron- als auch Synchronmotor sein. Ebenso kann durch den Umrichter 1 eine andere Last angesteuert werden, die ebenfalls einen hohen Wellenwiderstand aufweist und dadurch die Problematik der Überspannungen verursacht. Ein zusätzliches Kabel 4 wird von den Motorklemmen zurück zum Umrichter 1 geführt. Dabei können Leistungskabel 2 und das zusätzliche Kabel 4 räumlich getrennt oder elektrisch und räumlich parallel verlegt werden. Eine Parallelschaltung mehrerer Leistungskabel 2 und/oder zusätzlicher Kabel 4 ist je nach Anwendungszweck möglich. Vorzugsweise werden dabei die Wellenwiderstände der parallel geschalteten Leistungskabel 2 und der eventuell parallel geschalteten zusätzlichen Kabel 4 ähnlich gewählt. Eine besonders einfache Montage ergibt sich, wenn sowohl Leistungskabel 2 als auch zusätzliches Kabel 4 in einem Kabel angeordnet sind, das eine gemeinsame Isolierung aufweist. Der Umrichter 1 nach Fig. 1 ist ein Zwei-Punkt-Wechselrichter und weist zusätzlich in seinem Gehäuse ein passives Filter 5 auf, das über das zusätzliche Kabel 4 mit den Motorklemmen elektrisch verbunden ist. Das zusätzliche Kabel 4 muß und kann im Betrieb des Umrichters 1 nicht den Laststrom führen, sondern muß maximal für den Ladestrom ausgelegt sein.

Das passive Filter 5 ist beispielsweise gemäß Fig. 4 und Fig. 5 durch ohmsche 18 und/oder kapazitive Komponenten 19 sowohl zwischen den Phasen als auch zwischen Phase und Erde aufgebaut. Die ohmschen Komponenten 18 dienen dabei der Dämpfung hochfrequenter Vorgänge.

Fig. 9 zeigt eine weitere Ausführungsform des passiven Filters 5. Bei einer ungesteuerten B6-Brücke 6 sind den Dioden 11 Beschaltungselemente wie eine ohmsche Komponente 18, ein dazu in Reihe geschalteter Kondensator 19 und ein zu dieser Gesamtanordnung parallel geschalteter Überspannungsbegrenzer 20 vorgesehen.

Fig. 2 zeigt ebenfalls einen Zwei-Punkt-Wechselrichter 1, der über ein oder mehrere Leistungskabel 2 einen Motor 3 oder eine andere Last versorgt. Dabei wird von der Klemme des Motors 3 ein oder mehrere zusätzliche Kabel 4 zurück zum Umrichter 1 geführt. Der Anschluß des zusätzlichen Kabels 4 an den Umrichter 1 erfolgt über den Zwischenkreis 13. Der Anschluß des zusätzlichen Kabels 4 an den Zwischenkreis 13 des Zweipunktwechselrichters 1 erfolgt über eine ungesteuerte B6-Brücke 6. Die Spannung am Ende des zusätzlichen Kabels 4 wird vorzugsweise mit Hilfe von Di-



oden 11 gleichgerichtet und die gleichgerichtete Spannung mit dem Zwischenkreiskondensator 14 verbunden. Falls sich der Umrichter 1 in einem Schaltzustand befindet, indem der Strom über die Freilaufdioden 12 fließt, bilden Leistungskabel 2 und zusätzliches Kabel 4 parallele Stromwege vom Motor 3 zum Zwischenkreis 13. Bei einem Fehler, z. B. einer Unterbrechung des Leistungskabels 2 würde der Strom auf das zusätzliche Kabel 4 kommutieren und dieses, oder die Dioden 11 der B6-Brücke 6 zerstören. Dieser Fall kann vorzugsweise durch nicht näher dargestellte Sicherungen vermieden werden. Die ungesteuerte B6-Brücke 6 kann durch zusätzliche Kondensatoren 15 gemäß Fig. 7 und Fig. 8 zwischen den Phasen oder zwischen Phasen oder zwischen Phase und Erde verbessert werden, die die Einschaltgeschwindigkeit der Dioden 11 reduziert. Zusätzliche Widerstände in Reihe mit den Kondensatoren oder aber in der Verbindungsleitung im Zwischenkreis, tragen zur Dämpfung der Vorgänge bei. Jedes der gezeichnete Diodensymbole 11 der ungesteuerten B6-Brücke 6 nach Fig. 7 oder Fig. 8 kann durch eine Reihenschaltung mehrere Einzeldioden realisiert werden, was zur Spannungserhöhung oder zum schnelleren Abbau des im Kreis (Leistungskabel 2 und zusätzliches Kabel 4) fließenden Ladestroms führt.

Fig. 3 zeigt einen Umrichter 1, der als Drei-Punkt-Wechselrichter ausgeführt ist. Im Gegensatz zur Wirkungsweise eines Zwei-Punkt-Wechselrichters setzt die Spannungsbegrenzung hier nicht bei jeder Schalthandlung ein, sondern nur beim Einschalten der äußeren Ventile 16. Dies stellt aber keine Beeinträchtigung der Schutzwirkung dar.

Fig. 4 zeigt einen Matrixumrichter 1, bei dem es prinzipbedingt keinen Zwischenkreis 13 gibt. Aus Schutzgründen kann man bei Matrixumrichtern 1 eine Spannungsbegrenzung durch B6-Brücken 6 und Speicherkondensator 17 am Umrichterausgang vorsehen, um die Leistungshalbleiterventile bei Fehlern oder beim Ausschalten des Umrichters 1 vor Überspannung zu schützen. Eine solche Schaltung läßt sich in der gezeigten Art und Weise mit der erfindungsgemäßen Begrenzung der Klemmenspannung am Motor 3 kombinieren. Die in den gemeinsamen Kondensator eingespeiste Leistung muß allerdings durch an sich bekannte Methoden mit Hilfe eines Pulswiderstandes 10 vernichtet oder in das Versorgungsnetz rückgespeist werden.

Ist die Überspannungsbegrenzung des Matrixumrichters in einer anderen Weise realisiert, kann die erfindungsgemäße Begrenzung der Motorspannung über ein passives Filter – ähnlich zu Fig. 1 – oder durch die Anordnung der Schutzbeschaltung wie in Fig. 4, wobei der Speicherkondensator 17 zusätzlich vorgesehen werden muß.

#### Patentansprüche

1. Schutzvorrichtung gegen die durch Schaltvorgänge einer Energieversorgung verursachten Überspannungen an Klemmen (1) eines elektrischen Betriebsmittels (3), das über mindestens ein Leistungskabel (2) an die Energieversorgung anschließbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein zusätzliches nicht zur Leistungsübertragung vorgesehenes Kabel (4) mit einer vorgebbaren Eigenimpedanz vorhanden ist, das mit seinem einen Ende an der Klemme des elektrischen Betriebsmittels elektrisch kontaktiert ist und das andere Ende des Kabels (4) mit einer vorgebbaren Abschlußimpedanz abgeschlossen ist.
2. Schutzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Betriebsmittel (3) an wenigstens ein elektronisches Schaltelement anschließbar ist.
3. Schutzvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch ge-

kennzeichnet, daß das elektronische Schaltelement Teil eines Umrichters (1) mit Zwischenkreis (13) ist.

4. Schutzvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschlußimpedanz am Zwischenkreis (13) des Umrichters (1) anschließbar ist.

5. Schutzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Betriebsmittel (3) an wenigstens ein elektromechanisches Schaltelement anschließbar ist.

6. Schutzvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Betriebsmittel (3) über einen Vakuumschalter anschließbar ist.

7. Schutzvorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschlußimpedanz des zusätzlichen Kabels (4) als Spannungsbegrenzungsfilter ausgeführt ist.

8. Schutzvorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschlußimpedanz des zusätzlichen Kabels (4) als passives Filter (5) ausgelegt ist.

9. Schutzvorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Leistungs- (2) bzw. zusätzliche Kabel (4) räumlich getrennt verlegt sind.

10. Schutzvorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenwiderstände des resultierenden Leistungskabels (2) und des resultierenden zusätzlichen Kabels (4) ähnlich sind.

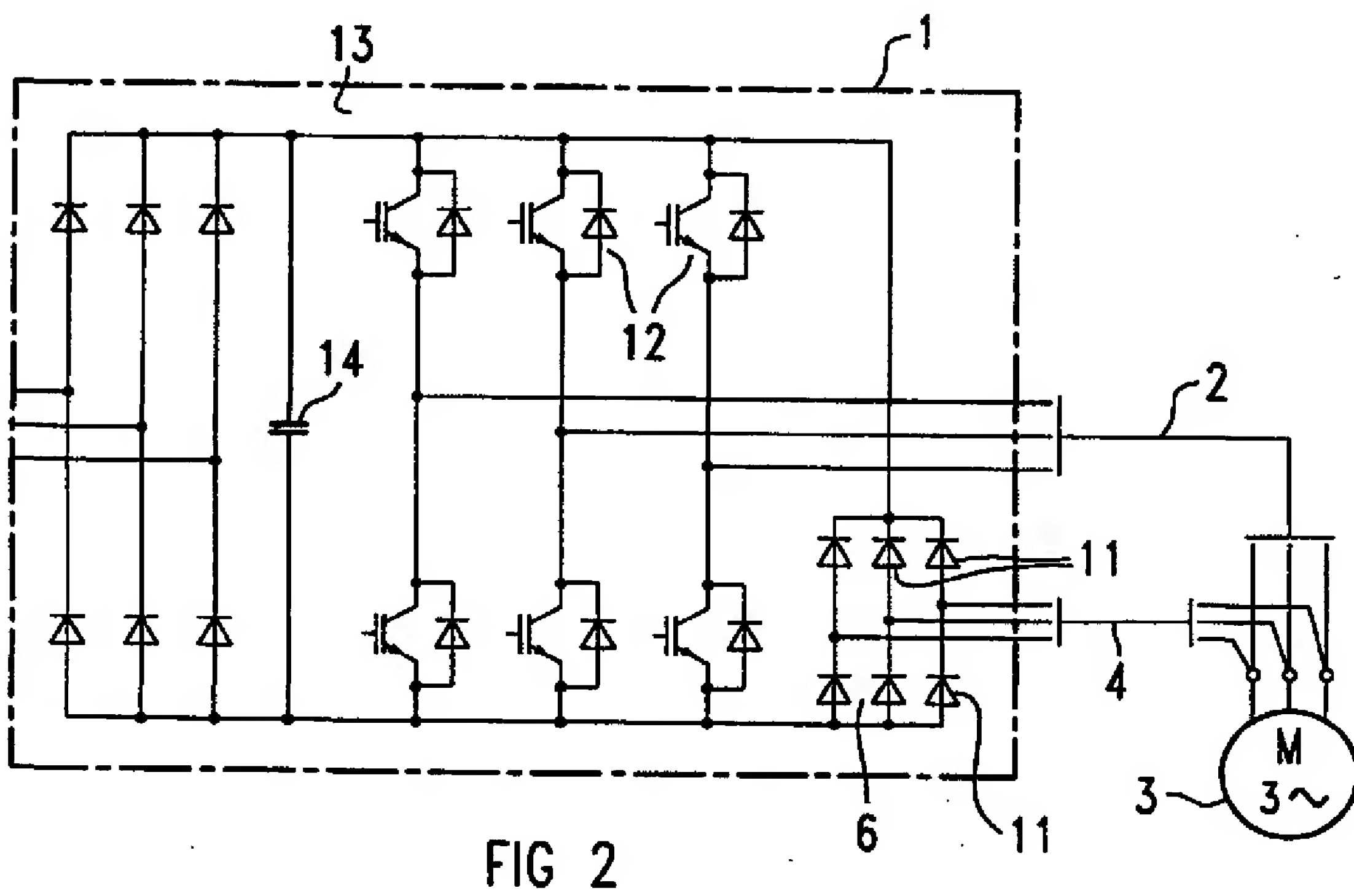
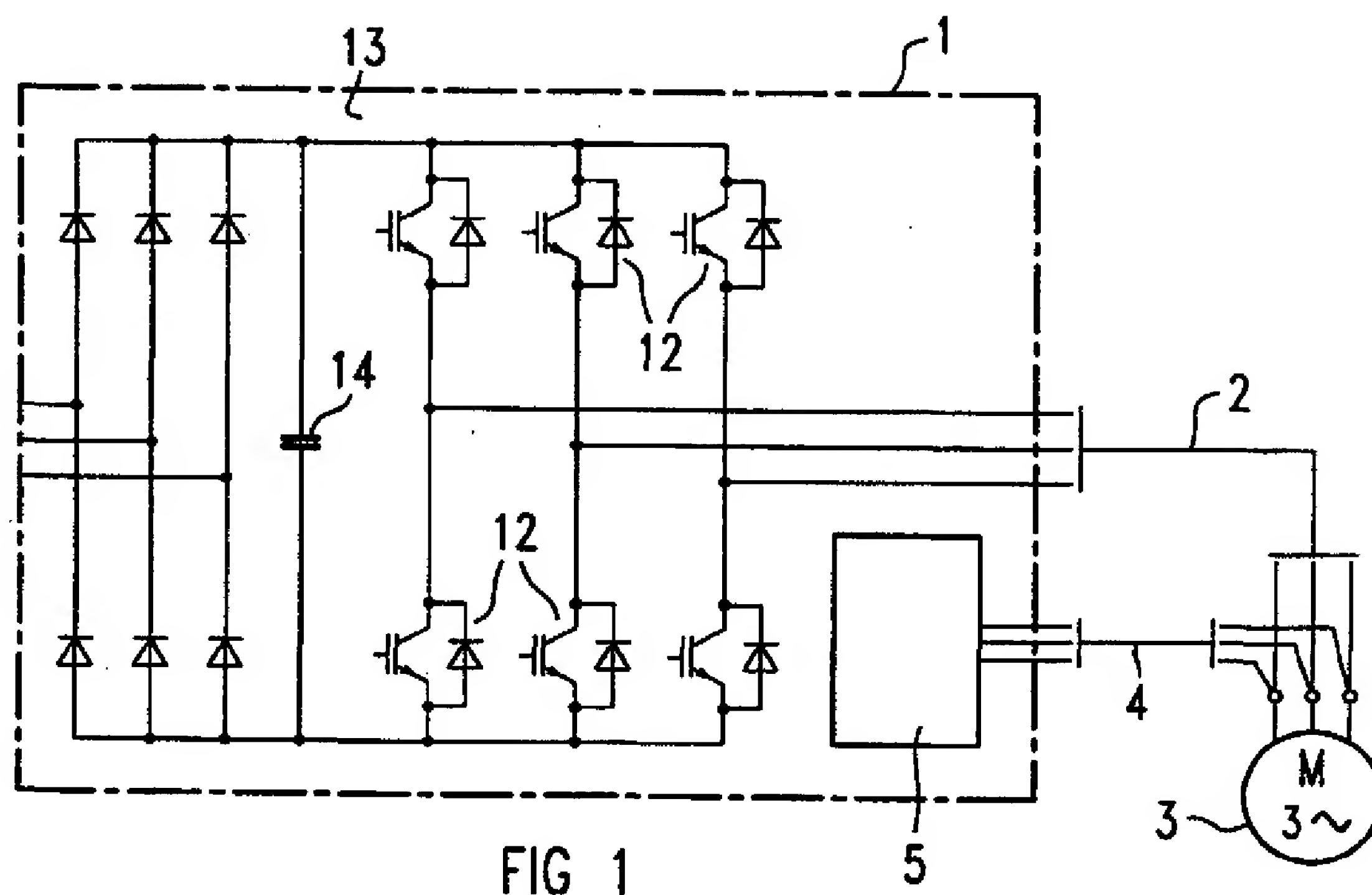
11. Schutzvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl das Leistungs- (2) als auch das zusätzliche Kabel (4) innerhalb zumindest einer gemeinsamen Isolierung sind.

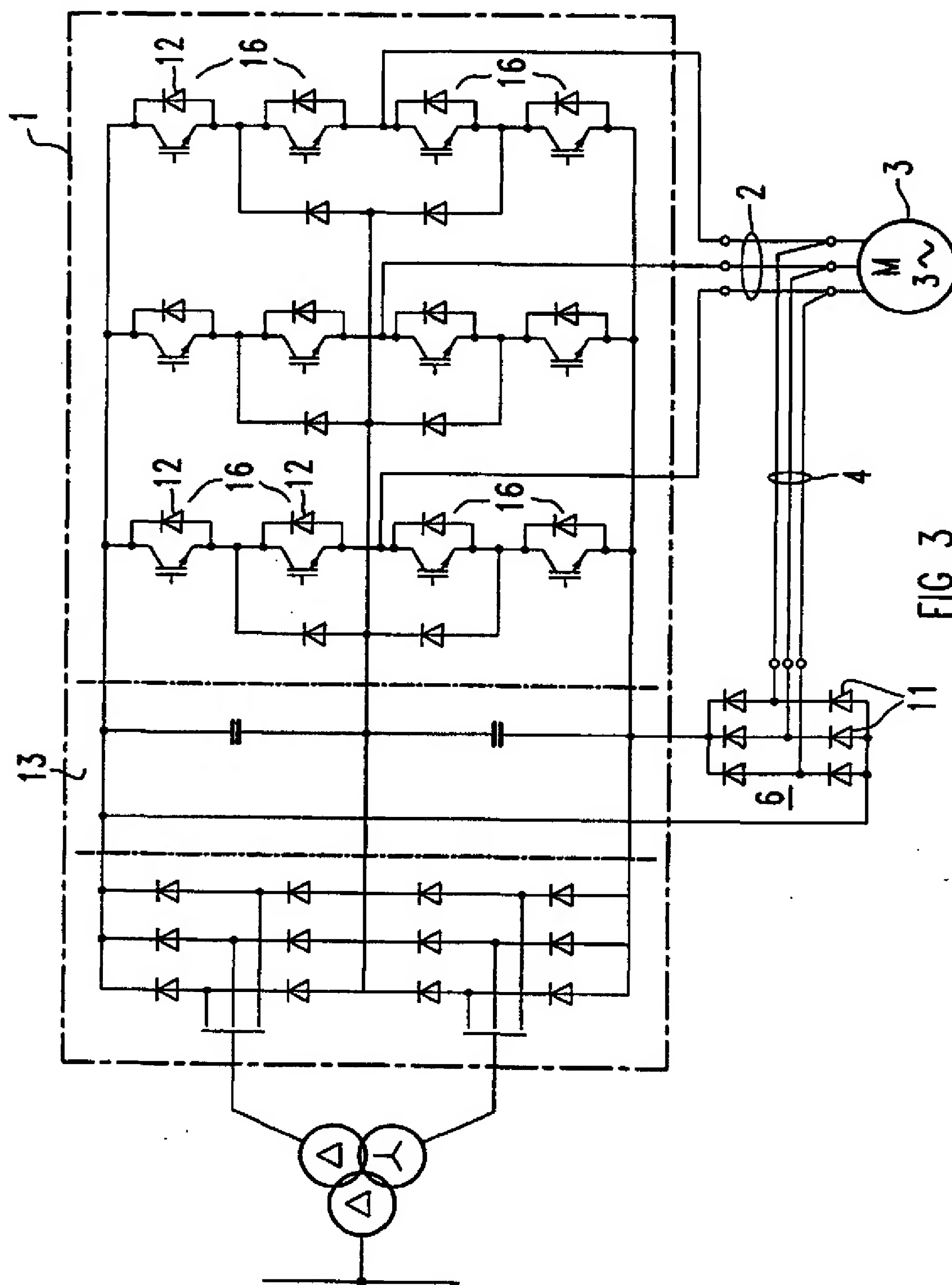
12. Schutzvorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterschaltung (5) bzw. passiven Elemente der Abschlußimpedanz mit Kondensatoren versehen sind.

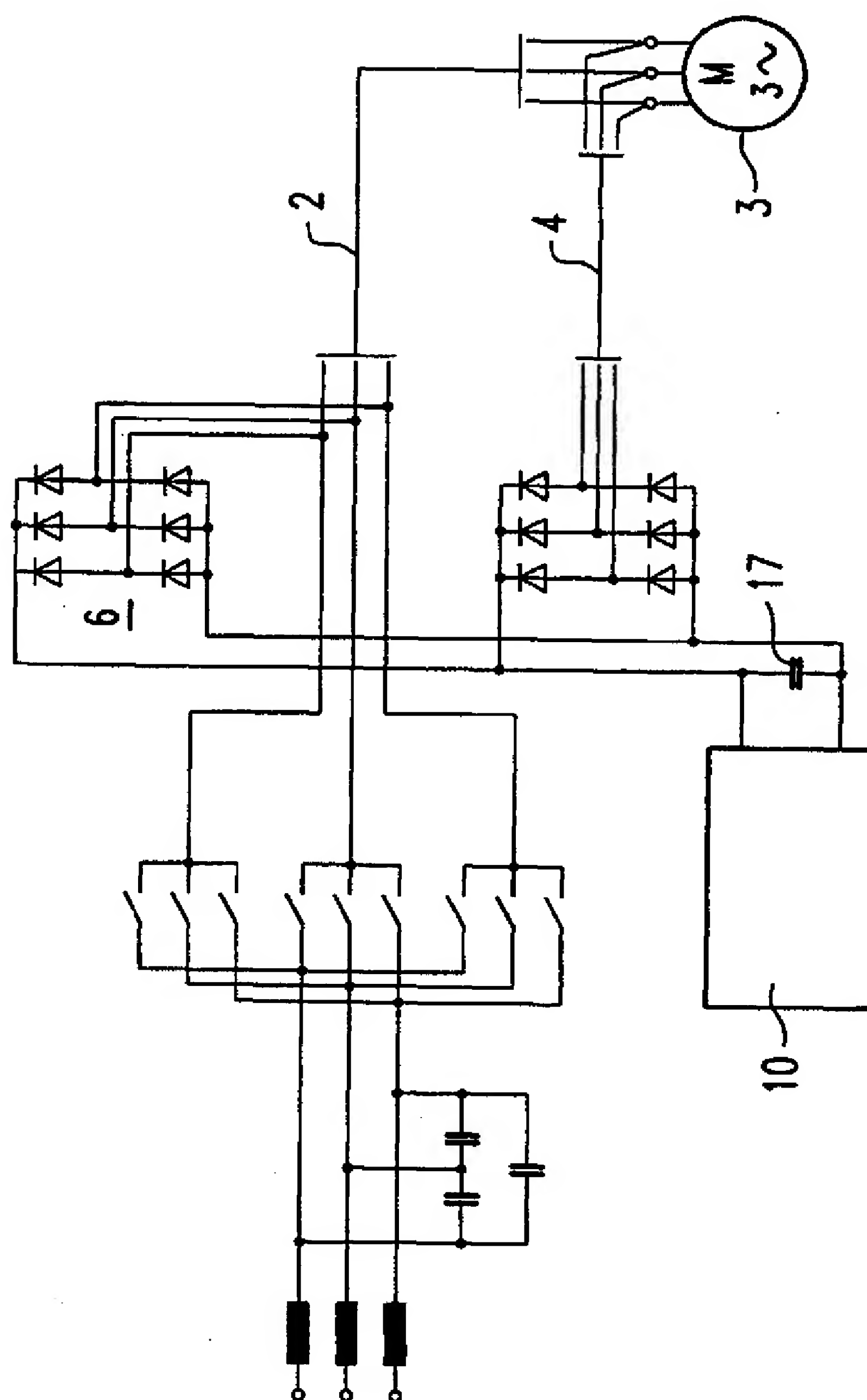
---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---







**FIG 4**

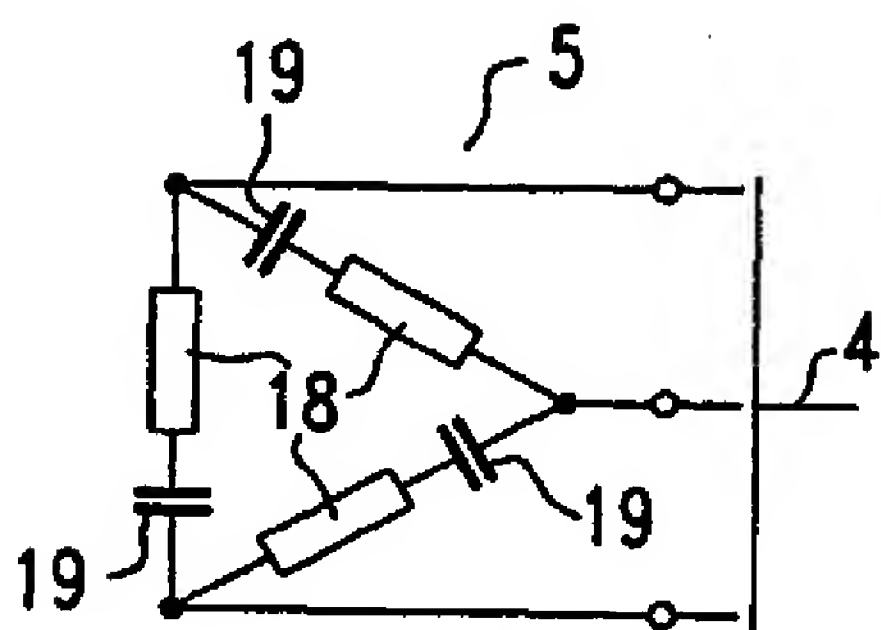


FIG 5

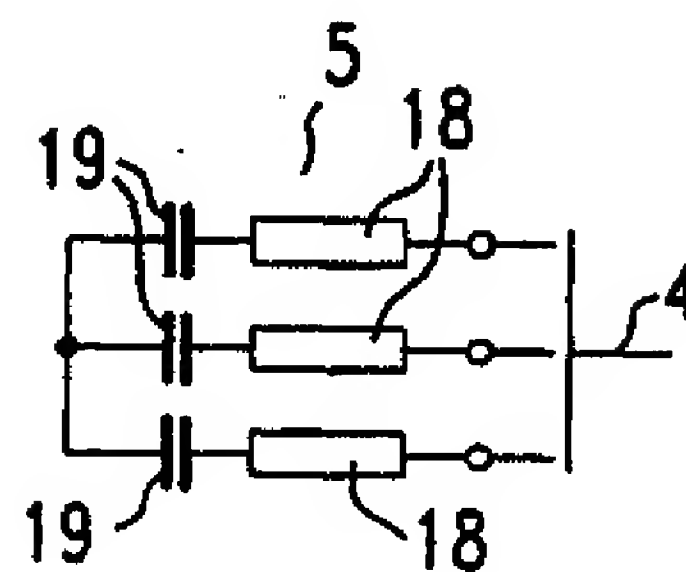


FIG 6

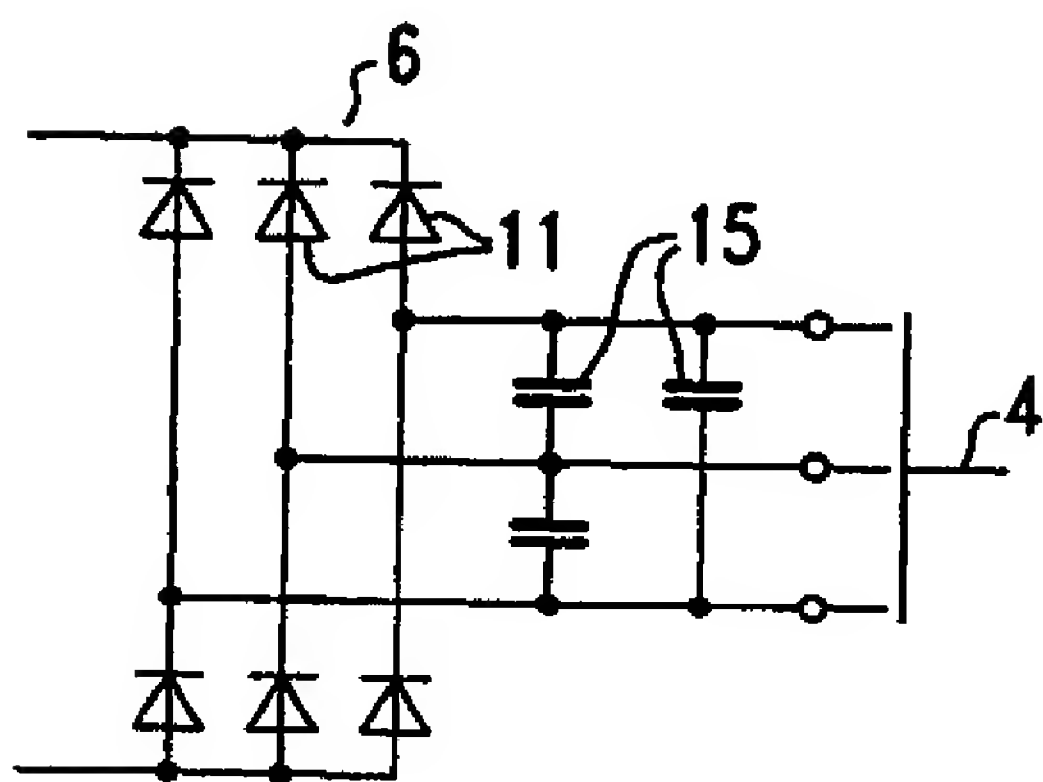


FIG 7

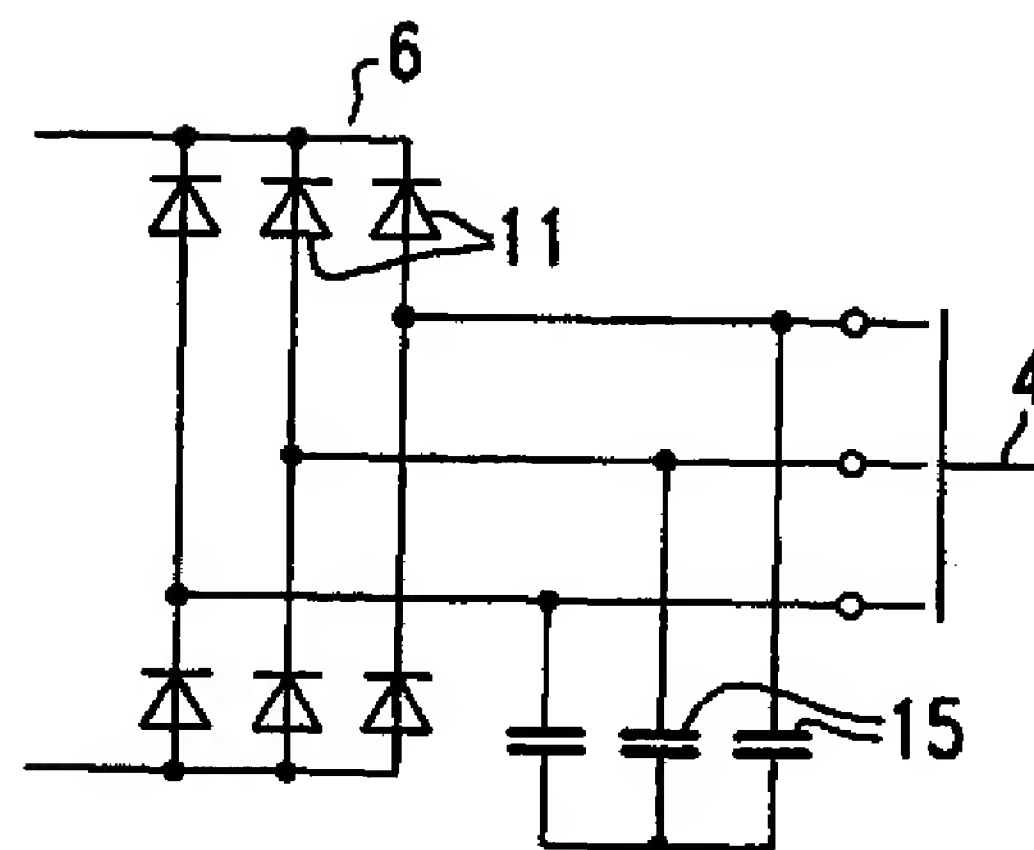


FIG 8

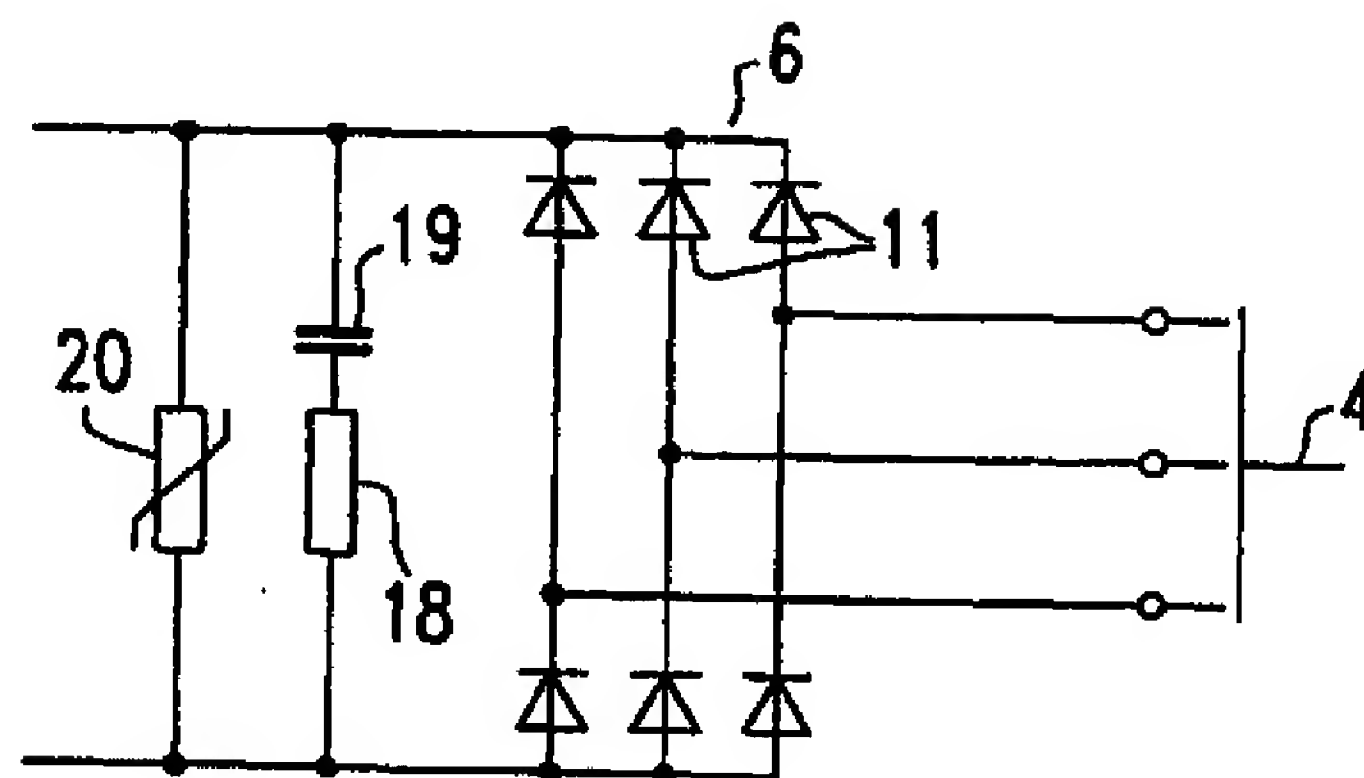


FIG 9